

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-079147

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

H04B 7/08
H01Q 3/24

(21)Application number : 06-238656

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 07.09.1994

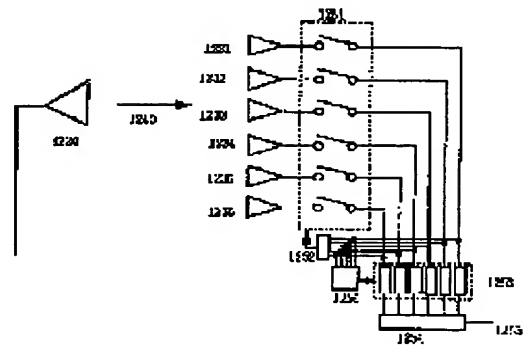
(72)Inventor : AIKAWA SATOSHI

(54) DIVERSITY SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform real time signal transmission under transmission line conditions that shadowings and multiple paths occur by using one transmission antenna and plural reception antennas and selecting a reception antenna.

CONSTITUTION: Radio waves transmitted from the transmission antenna 1220 in a communication direction 1240 are received in directional reception antennas 1231-1236 and the desired reception antenna is selected by a selection switch 1251 controlled by the output of a selection circuit 1252. The output of the switch is passed through a phase adjustment means 1253 and sent to a synthesis circuit 1254 and the output 1255 of this diversity system is obtained. As a result, real time transmission is made possible even when the shadowings are generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-79147

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 7/08		D		
H 0 1 Q 3/24				

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-238656

(22) 出願日 平成6年(1994)9月7日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 相河 聡

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

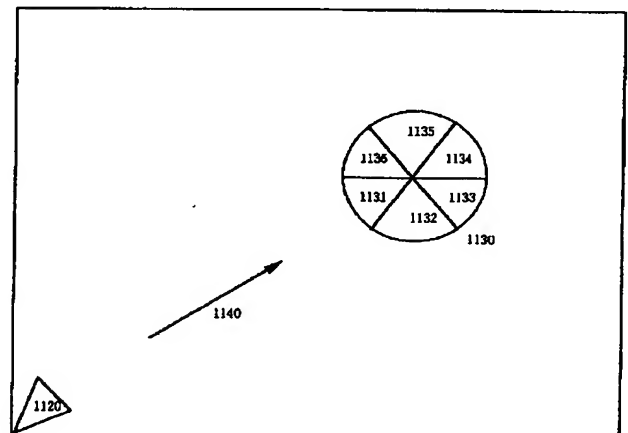
(74) 代理人 弁理士 山本 恵一

(54) 【発明の名称】 ダイバーシティ方式

(57) 【要約】

【目的】 マルチパスとシャドウイングの発生する伝搬路においてシャドウイングが発生した場合においても伝送誤りなしにリアルタイム伝送が行なえる方式の実現を目的とする。

【構成】 送信側あるいは受信側に複数の指向性アンテナを水平面内指向性(1131~1136)が異なるように設け、これらのうち伝搬特性の良いものを選択し、位相調整手段により位相あるいはタイミングをあわせた後合成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側に少なく共1つの送信アンテナを有し、受信側に水平面内指向性がほぼ等間隔の角度で各々別の方向を向く j 個の指向性受信アンテナと、該 j 個の指向性受信アンテナのうち k 個($j \geq k$)の指向性受信アンテナを選択する選択スイッチと、該選択スイッチを制御する選択回路と、選択された指向性受信アンテナから受信される受信信号をそれぞれ入力とする位相調整手段と、該位相調整手段を制御する位相制御回路と、上記位相調整手段出力を合成する合成回路を有することを特徴とするダイバーシティ方式。

【請求項2】 送信側に s 個($s \geq 2$)の、水平面内指向性がほぼ等間隔の角度で各々別の方向を向く指向性アンテナをもうけ、該 s 個のアンテナのうち t 個($s \geq t$)のアンテナを選択する選択スイッチをもうけ、選択された t 個のアンテナから同一または位相制御された送信信号を送信する、請求項1記載のダイバーシティ方式。

【請求項3】 請求項2のダイバーシティ方式において、 s 個の指向性送信アンテナのうち順次1つの指向性送信アンテナから試験用信号を送信し、前記 j 個の指向性受信アンテナで受信した試験用信号を合成し、合成された信号を入力とする選択回路を有し、該選択回路によって上記 s 個の指向性送信アンテナのうちの1つを選択することを特徴とするダイバーシティ方式。

【請求項4】 第1局と第2局の間で双方向通信を行なうシステムにおいて、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナが送受共用アンテナである、請求項1、2、又は3に記載のダイバーシティ方式。

【請求項5】 1つの親局と複数の子局を有し、親局と各子局の間で通信を行なうシステムにおいて、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナが送受共用アンテナである、請求項1、2、又は3に記載のダイバーシティ方式。

【請求項6】 前記位相制御手段が移相器及びトランスバーサルフィルタから選択される一方により構成される、請求項1記載のダイバーシティ方式。

【請求項7】 請求項6のダイバーシティ方式において、急激な伝搬路特性の変動に対して追従しない、あるいは急激な伝搬路特性の変動があった場合一時的に各移相制御手段の位相を保持することを特徴とするダイバーシティ方式。

【請求項8】 請求項1記載のダイバーシティ方式において、 j 個の指向性受信アンテナからの信号のうち選択された k 個の指向性受信アンテナについて、まず第1の指向性アンテナと第2の指向性アンテナからの受信信号を合成し、合成された信号と第3の指向性アンテナからの受信信号を合成し、同様に順次第 k の指向性アンテナまで合成することを特徴とするダイバーシティ方式。

【請求項9】 請求項1記載のダイバーシティ方式にお

いて、 j 個の指向性受信アンテナからの信号のうち選択された m 個の指向性受信アンテナについて、まず m_1 個($2 \leq m_1 < m$)の指向性アンテナからの受信信号を合成し第1の合成信号を出力し、同時に m_2 個($m_2 = m - m_1$)の指向性アンテナからの受信信号を合成し第2の合成信号を出力し、第1の合成信号と第2の合成信号を合成することを特徴とするダイバーシティ方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は無線通信方式に関する。特に、マルチパスおよびシャドウイングが発生する屋内環境において、リアルタイム信号伝送が要求されるシステムに適している。

【0002】

【従来の技術】 無線通信における品質劣化の原因は、干渉、マルチパス、シャドウイングなどが挙げられそれぞれについて各種補償技術の開発が行なわれている。特に、無線LANなどの屋内パケット通信においては、マルチパスやシャドウイングの影響を除去するため、複数の指向性アンテナを選択して用いるセクタアンテナ方式が用いられている(特開平2-79628『マルチパスを克服するための高ビットレート通信システム』)。

【0003】 図32および図33は従来技術を説明する図である。図32で3220は第1局のアンテナで指向性アンテナ3221、3222、3223、3224、3225、3226からなる。3230は第2局のアンテナであり指向性アンテナ3231、3232、3233、3234、3235、3236からなる。3240は通信方向を示す。図33で3321、3322、3323、3324、3325、3326は第1局の指向性アンテナ、3331、3332、3333、3334、3335、3336は第2局の指向性アンテナである。3352は第1局で送受信される信号、3362は第2局で送受信される信号である。3351は第1局の指向性アンテナを選択する選択スイッチ、3361は第2局の指向性アンテナを選択する選択スイッチである。ここでは第1局第2局ともに、6個の指向性アンテナを有するため、36通りの指向性アンテナの選択肢があるが、このうち1つを選択して適用する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 屋内において無線伝送を行なう場合、壁や天井および什器などからの反射が直接波の干渉として受信され、これにより品質劣化をおこす現象が発生する場合がある。これをマルチパスとよぶ。壁や天井および什器などの動きは比較的遅くマルチパスの影響の変動は時間的に緩やかである。

【0005】 マルチパスの影響を抑えるためには、反射が受信アンテナに入力されることを抑えるため、指向性アンテナを適用することができる。しかし、指向性アンテナを用いるためには、送信アンテナと受信アンテナの

方向調整が必要となる。これを解決するためには、従来技術で説明したセクタアンテナ方式が適している。

【0006】一方、屋内における無線伝送品質を劣化させるもう1つの原因に、シャドウイングがある。これは屋内における人などが電波を遮ることにより、受信レベルが著しく低下し、品質が劣化するものである。これを解決する手段としても前記セクタアンテナ方式の適用も考えることはできる。屋内においては上述のように、マルチパスが発生するため、複数の指向性アンテナのうち、いくつかは直接波以外の干渉波を主に受信する場合がある。このため、前記セクタアンテナ方式ではシャドウイングにより、品質が劣化した場合には、他の指向性受信アンテナを選択することにより、シャドウイングを受けていない反射を入力とできる。

【0007】しかし、シャドウイングの変動は人の動きなどと同様に高速である。一方、前述のセクタアンテナ方式においてシャドウイングの影響を回避するためには、パケット化された信号を受信し、この信号から伝送路の品質を判断する。その結果から指向性アンテナを変更する必要があると判断された後、再度各指向性アンテナからの受信信号から最適な指向性アンテナを選択する。最適な指向性アンテナが選択された後に品質劣化が発生したパケットを再送する。このような手順が必要であるため、高速なシャドウイングの影響を回避することが困難である。また、人が伝搬路上に立ち止まるなどの変動が低速あるいは変動しないシャドウイングの場合には、最適な指向性アンテナを再選択することは可能であるが、指向性アンテナの再選択を行なうための時間は通信不能となる。このような通信不能の時間が発生する場合方式は遅延を許容できるパケット通信などでは有効であるが、リアルタイムを要求されるような画像や音声の通信には適用できない。

【0008】本発明の目的は以上述べた従来技術の欠点を解決し、無線通信をシャドウイングとマルチパスが発生する伝送路条件下でリアルタイム信号伝送を行なえるシステムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の特徴は送信側に少なく共1つの送信アンテナを有し、受信側に水平面内指向性がほぼ等間隔の角度で各々別の方向を向く j 個の指向性受信アンテナと、該 j 個の指向性受信アンテナのうち k 個 ($j \geq k$) の指向性受信アンテナを選択する選択スイッチと、該選択スイッチを制御する選択回路と、選択された指向性受信アンテナから受信される受信信号をそれぞれ入力とする位相調整手段と、該位相調整手段を制御する位相制御回路と、上記位相調整手段出力を合成する合成回路を有するダイバーシティ方式にある。

【0010】本発明は屋内無線通信方式において複数の指向性アンテナからの受信信号を合成することを最も主

要な特徴とする。

【0011】従来の技術とはシャドウイングによる品質劣化が発生した場合においてもリアルタイム伝送を誤りなしで伝送できる点が異なる。

【0012】

【作用】図1は屋内における無線伝送の状況を示す図である。図で111、112、113、114は壁面である。120は送信アンテナ、131、132、133、134、135、136は指向性受信アンテナを示す。これらの指向性アンテナは指向性が異なり、全体で360°をカバーする。141、142、143、144、145は伝搬路を示す。141は送信アンテナから受信アンテナへの直接波の伝搬路である。142は送信された電波が壁面111で反射した後受信される伝搬路である。同様に143は壁面112で反射した伝搬路、144、145は壁面で2回反射した伝搬路である。

【0013】図2は図1における伝搬遅延の関係を示す。横軸の時間は送信アンテナから受信アンテナへの伝搬遅延時間を示す。図1における伝搬路141での伝搬に必要な時間が t_{41} である。同様に伝搬路142、143、144、145での伝搬に必要な時間はそれぞれ t_{42} 、 t_{43} 、 t_{44} 、 t_{45} である。図2の201、202、203、204、205はそれぞれ141、142、143、144、145の遅延時間を示す。図1における受信アンテナ131、132、133、134、135、136はそれぞれ指向性アンテナであるため、各伝搬路の到来方向とアンテナ指向性パターンによって各指向性受信アンテナにおける遅延分散は異なる。これを図3、図4、図5、図6、図7、図8に示す。この図で横軸は図2と同様に伝搬に必要な時間を示す。縦軸は受信レベルを示す。例えば、図1における指向性受信アンテナ131では直接波である伝搬路141の電波のみが高いレベルで受信される。この様子を図3に示す。

【0014】また指向性受信アンテナ132、133、134、135、136の受信波の遅延分散が図4、図5、図6、図7、図8となる。

【0015】ここで図6、図7で示すように指向性受信アンテナ134、135からの入力は受信レベルが非常に低くなる。また、図8に示すように指向性受信アンテナ136は伝搬路143と144の電波が共に受信されるため波形歪みが発生する。

【0016】ここで受信レベルが特に低い指向性受信アンテナ134、135および波形歪みのある受信アンテナ136を除く指向性受信アンテナ131、132、133での受信信号のみを選択する。これら3つの指向性受信アンテナの遅延分散で最もレベルが高い信号、すなわち図3における301、図4における405、図5における502に着目すると、それぞれ伝搬に必要な時間が t_{41} 、 t_{45} 、 t_{42} と異なる。そこでこれらの時間をあわせるため、指向性受信アンテナ131での受信信号

を時間 ($t_{45} - t_{41}$) また、指向性受信アンテナ 33 での受信信号を時間 ($t_{45} - t_{42}$) だけ遅延させる。これにより、これら遅延された信号と指向性受信アンテナ 32 からの受信信号は同相する。これらを合成するとより高いレベルで D/U が高い受信信号を得ることができる。この関係を図 9 に示す。これにより、定常時のマルチパスによる品質の劣化を抑えることができる。図 9 で 910、920、930 はそれぞれ図 1 における指向性受信アンテナ 131、132、133 の遅延分散を示す。940 は 910 を ($t_{45} - t_{41}$) だけ遅延させた後の遅延分散を示す。同様に 960 は 930 を ($t_{45} - t_{42}$) だけ遅延させた後の遅延分散を示す。940、950、960 からわかるように、それぞれの指向性受信アンテナにおける最大の受信信号である 941、955、962 が同期する。従って、これらを 940、950、960 を合成した 970 レベルおよび D/U が高くなる。ここで D/U とは希望波のレベルと非希望波のレベルの比であり、D/U が低い場合には、受信信号が劣化する。

【0017】次に、シャドウイングが発生した場合について説明する。たとえば、図 1 における伝搬路 141 上を人が横切るなどの理由で、直接波が受信されなくなった場合について図 10 に示す。このとき、図 10 における 1010 で受信される直接波 1011 のレベルが小さくなる。同様に遅延を与えた後の 1041 も小さくなっている。しかし、1020、1030 に示すように受信指向性アンテナ 132、133 で反射の受信レベルが 1025、1032 のように大きいため 1070 に示されるようにシャドウイングが発生した後でも合成後の信号は十分なレベルと D/U を得ることができる。

【0018】

【実施例】図 11 および図 12 は請求項 1 の実施例を説明する図である。図 11 で 1120 は送信アンテナである。1130 は受信側のアンテナであり、1131、1132、1133、1134、1135、1136 の 6 個の指向性受信アンテナがある。すなわち、請求項 1 で $j = 6$ の場合について示した図である。1140 は 1120 から 1130 へ送信される電波の伝搬路を示す。

【0019】図 12 で 1220 は送信アンテナ、1231、1232、1233、1234、1235、1236 は指向性受信アンテナ、1240 は通信方向を示す。1251 は指向性受信アンテナを選択するための選択スイッチ、1252 は指向性受信アンテナを選択するための選択回路、1253 は位相調整手段、1254 は位相調整手段出力を合成する合成回路、1256 は位相調整手段を制御する位相制御回路、1255 は 1254 の回路出力として得られるダイバーシティ方式の出力である。この例は複数の指向性受信アンテナでの入力を選択のち、合成するため、上記作用で説明したように、シャドウイングが発生した場合においてもリアルタイム伝

送が可能となる。

【0020】図 13 および図 14 は請求項 2 の実施例を説明する図である。図 13 で 1320 は送信側のアンテナであり、1321、1322、1323、1324、1325、1326 は指向性送信アンテナである。1330 は受信側のアンテナであり、1331、1332、1333、1334、1335、1336 は指向性受信アンテナである。1340 は通信方向を示す。

【0021】図 14 で 1421、1422、1423、1424、1425、1426 は指向性送信アンテナであり 1431、1432、1433、1434、1435、1436 は指向性受信アンテナである。1440 は通信方向を示す。1451 は指向性受信アンテナを選択するための選択スイッチ、1452 は選択回路、1453 は位相調整手段、1456 は位相制御回路、1455 はダイバーシティ方式出力である。一方送信側では、1463 は送信信号、1462 は送信信号を分岐する回路、1461 は指向性送信アンテナを選択する選択スイッチである。ここで、指向性送信アンテナを 1 つ選択する場合、すなわち、請求項 2 で $t = 1$ の場合選択後は請求項 1 と同様となり、シャドウイング対策に有効となる。しかも、送信アンテナ複数のうちから選択できるため、マルチパスの影響がすくないより特性のよい伝搬路を選択できる。また、 $t = 2$ 以上とした場合、マルチパスを増やすことになるが、作用で説明したように、シャドウイング対策として直接波が切断された場合には、反射波などのマルチパス信号で受信を続けるため複数の指向性送信アンテナから送信するほうが特性がよくなる場合がある。

【0022】図 15 および図 16 は送信側が複数のアンテナを有し、受信側が 1 個のアンテナを有する実施例の説明図である。図 15 で 1530 は送信側のアンテナで 1531、1532、1533、1534、1535、1536 の指向性送信アンテナからなる。1520 は受信アンテナであり、1540 は通信方向を示す。

【0023】図 16 で 1655 は送信信号、1654 は送信信号を分岐する分岐回路、1653 は位相調整手段、1656 は位相制御回路、1652 は送信信号を選択する選択回路、1651 は送信信号を選択するための選択スイッチ、1631、1632、1633、1634、1635、1636 は指向性送信アンテナ、1620 は受信アンテナ、1640 は通信方向を示す。ここでは請求項 1 の場合と送信側と受信側を全く逆にした場合である。選択された送信アンテナから出力される信号は出力前に伝搬路のマルチパス特性に従って受信側で同相となるようにタイミングがあわさるため、請求項 1 と同様の効果が得られる。これは送信側では複数の指向性アンテナを使用できるが、受信側では 1 つのアンテナで対応する必要がある場合に有効となる。

【0024】図 17 および図 18 は双方向通信の実施例

を説明する図である。図17で1720は第1局の指向性アンテナ、1730は第2局のアンテナで1731、1732、1733、1734、1735、1736の指向性アンテナからなる。1740は双方向通信の通信方向を示す。

【0025】図18で1820は第1局のアンテナ、1831、1832、1833、1834、1835、1836は第2局の指向性アンテナ、1840は通信方向を示す。1851は第2局の指向性アンテナを選択する選択スイッチ、1852は選択回路、1853は第2局での受信信号に対する位相調整手段、1856は位相制御回路、1854は合成回路、1855はダイバーシティ方式出力である。1861は第2局の送受共用アンテナにおいて送信をするか受信するかを選択するスイッチ、1862は送信信号に対する位相調整回路、1863は分岐回路、1864は送信信号である。ここでは、2つの局で双方向通信を行なう場合であり、それぞれ送受共用アンテナを適用しているため、第1局から第2局への場合でも第2局から第1局への場合でも伝搬路特性は同じである。ここでたとえば第2局のみ複数の指向性アンテナに適用できるような場合、図に示すような構成とし、請求項1と請求項2の構成の組み合わせで実施することができる。

【0026】図19および図20は双方向通信の別の実施例を説明する図である。図19で1920は第1局のアンテナで1921、1922、1923、1924、1925、1926の指向性アンテナからなる。1930は第2局のアンテナで1931、1932、1933、1934、1935、1936の指向性アンテナからなる。1940は通信方向を示す。

【0027】図20で2075は第1局からの送信信号、2074は送信信号2075を分岐する分岐回路、2076は第1局の受信信号を合成する合成回路、2077は第1局でのダイバーシティ方式出力である。2073は第1において送信するか受信するかを選択する回路、2071は第1局の指向性アンテナを選択する第1の選択スイッチ2072は第1の選択スイッチを制御する第1の選択回路、2021、2022、2023、2024、2025、2026は第1局の指向性アンテナである。2040は通信方向を示す。2031、2032、2033、2034、2035、2036は第2局の指向性アンテナ、2051は第2局の指向性アンテナを選択する第2の選択スイッチ、2052は第2の選択回路、2053は第2局の受信信号に対する位相調整手段、2056は位相調整回路、2054は合成回路、2055は第2局のダイバーシティ出力、2061は第2局において送信するか受信するかを選択する回路、2064は第2局での送信信号、2063は分岐回路、2062は第2局の送信信号に対する位相調整回路である。ここで第1局にある複数の指向性アンテナのうち1つを

選択した場合、図19、図20と同様の構成となる。ただし、第1局に複数の指向性アンテナがありそのうち1つを選択するため、伝搬路特性を改善できる。また、第1局において複数の指向性アンテナを選択した場合、請求項2の後半で説明した場合と同様にマルチパスは増えるがシャドウイング特性を改善できる場合がある。また、図17、図18の場合と異なり、第1局において、複数のアンテナを設置できるが、位相調整手段などの回路により装置が複雑にできない場合に適用できる。

【0028】請求項3について説明する。図20に示した第2局の指向性アンテナを選択するためには、第2局における受信信号を用いることができるが、第1局においては受信信号を合成する回路がないため、第1局での受信信号によって第1局の指向性アンテナを選択することができない。しかし、請求項3の方法により第1局の指向性アンテナを選択することができる。まず第1局の第1の指向性アンテナである図20の2021から試験信号出力する。これを第2局で受信し、合成後の出力2055の特性を指向性アンテナ2021の特性とする。次に2022から試験信号を出力し、同様の手順を繰り返す。これを2021、2022、2023、2024、2025、2026のすべてについて行ない、各指向性アンテナからの信号の特性を測定する。この結果から第1局の指向性アンテナのうち適当なものを判断し、その結果を第2局から第1に転送し指向性アンテナを選択する。

【0029】図21および図22は双方向通信の別の実施例を説明する図である。図21で2120は第1局のアンテナで2121、2122、2123、2124、2125、2126の指向性アンテナからなる。2130は第2局のアンテナで2131、2132、2133、2134、2135、2136の指向性アンテナからなる。2140は通信方向を示す。

【0030】図22で2284は第1局からの送信信号、2283は送信信号2284を分岐する分岐回路、2254は第1局の受信信号を合成する合成回路、2255は第1局でのダイバーシティ方式出力である。2281は第1において送信するか受信するかを選択する回路、2271は第1局の指向性アンテナを選択する第1の選択スイッチ、2272は第1の選択スイッチを制御する第1の選択回路、2273は第1の位相調整手段、2276は第1の位相調整回路である。2221、2222、2223、2224、2225、2226は第1局の指向性アンテナである。2240は通信方向を示す。2231、2232、2233、2234、2235、2236は第2局の指向性アンテナ、2251は第2局の指向性アンテナを選択する第2の選択スイッチ、2252は第2の選択回路、2253は第2局の受信信号に対する位相調整手段、2256は位相調整回路、2254は合成回路、2255は第2局のダイバーシティ

出力、2261は第2局において送信するか受信するかを選択する回路、2264は第2局での送信信号、2263は分岐回路、2262は第2局の送信信号に対する位相調整回路である。これは請求項2のダイバーシティ方式を双方向通信にしたものであり、それぞれ受信局側でダイバーシティの制御を行なうものである。

【0031】次にアンテナの選択について説明する。ここまでの実施例において選択回路が用いられている。これは受信信号の特性によって指向性アンテナを選択するものである。ここでいう受信信号の特性として第1の方法では入力レベルを用いる。指向性アンテナの向きが相手局のアンテナとの位置に対して悪いために、入力レベルが低い場合があり、このような指向性アンテナを選択しないようにするものである。また、第2の方法では波形歪特性を用いる。マルチメディアパスにより直接波あるいは反射波が複数アンテナに入力される場合、波形歪みが発生する。これは復調信号の劣化を起すため、このような指向性アンテナを選択しないようにするものである。さらに、第3の方法では誤り検出を行ない、選択をする。誤り検出のためには、送信側と受信側で前もって決めてあるユニークワードを適用し受信信号とユニークワードを比較して決定する方法や、誤り検出符号を用いて行なう方法などがある。またこれらのレベル、波形歪、誤りを組み合わせて選択することができる。

【0032】図23は親子通信の実施例を説明する図である。図で2320は親局のアンテナで指向性アンテナ2321、2322、2323、2324、2325、2326からなる。2331、2332、2333は子局の指向性アンテナである。2341、2342、2343は親局と子局2331、2332、2333との通信方向を示す。この図に示すように、通信は親局と各子局の間で行なわれる。ある1つの子局と親局の間の通信にのみ着目すると、請求項4の構成と同様である。親局は複数ある子局それぞれと通信を行なう場合、各子局ごとに適した指向性アンテナの選択あるいは位相調整回路の調整を行なう。

【0033】図24は親子通信の別の実施例を説明する図である。図で2420は親局のアンテナで指向性アンテナ2421、2422、2423、2424、2425、2426からなる。2430、2440、2450はそれぞれ子局のアンテナで2430は指向性アンテナ2431、2432、2433、2434、2435、2436からなり、2440は2441、2442、2443、2444、2445、2446からなり、2450は2451、2452、2453、2454、2455、2456からなる。2461、2462、2463は各子局との通信方向を示す。この図で各子局において最適な指向性アンテナたとえば、図の2432、2441、2451を選択する。その後は図23と同様の構成となる。

【0034】図25は親子通信の別の実施例を説明する図である。2520は親局のアンテナで指向性アンテナ2521、2522、2523、2524、2525、2526からなる。2530、2540、2550は子局のアンテナでそれぞれ複数の指向性アンテナ2531、2532、2533、2534、2535、2536あるいは2541、2542、2543、2544、2545、2546あるいは2551、2552、2553、2554、2555、2556からなる。2561、2562、2563は通信方向を示す。この図で親局側で各子局毎に指向性アンテナを選択し、子局の複数の指向性アンテナとで通信を行なう構成である。

【0035】図26は親子通信の別の実施例を説明する図である。図で2620、2660はそれぞれ親局の信号を送受信するアンテナであり、比較的離れた場所にそれぞれ複数の指向性アンテナ2621、2622、2623、2624、2625、2626あるいは2661、2662、2663、2664、2665、2666からなる。2630、2640、2650は子局のアンテナであり、それぞれ指向性アンテナ2631、2632、2633、2634、2635、2636あるいは2641、2642、2643、2644、2645、2646あるいは2651、2652、2653、2654、2655、2656からなる。また2671、2672、2673はアンテナ2620と各子局との通信方向を、2681、2682、2683はアンテナ2660と各子局との通信方向を示す。親局のアンテナを比較的離れた複数の場所に分けて設置することですべての伝搬路が同時にシャドウイングの影響を受ける可能性が小さくなりシャドウイング対策としての効果が大きくなる。

【0036】位相制御手段について説明する。上記説明した実施例において位相調整回路が用いられる。これは作用で説明したように、各指向性アンテナから入力される信号を同相にして合成するため位相をあわせるための回路である。ここで位相をあわせる手段として、移相器又はトランスバーサル型フィルタを適用している。トランスバーサル型フィルタの場合には、遅延時間差が大きい場合においても適用が可能である。また、移相器による構成の場合、比較的回路構成が簡易になる。

【0037】ところで、作用で説明したように、伝搬路の特性を劣化させる原因としてマルチパスとシャドウイングがある。マルチパスの影響は比較的に変動が時間的に緩やかである。それに対してシャドウイングによる影響は時間的に急である。また、シャドウイングは一般に、人が通るなどの原因によるもので、比較的短時間で復旧する。ここで、シャドウイングが発生した場合に、位相調整手段の調整はシャドウイングによる急激な変化に追いつくことは困難であるとともに、追従のために位相調整手段における回路のパラメータの変化にかかる時

間が長くなり、シャドウイングの影響のある時間を長くする場合がある。そこで、位相調整手段の移相器の位相又は、位相調整手段のトランスバーサルフィルタのタップ係数を急激な時間変動に対して保持することによりシャドウイングの影響が長くなることを防ぐ。

【0038】ところで、上記説明したように、本発明を適用した場合、シャドウイングが発生しても受信レベルの急激な変動は抑えることが可能である。しかし、若干のレベル変動が残留する。このような受信レベルの変動に対して、AGC（自動利得制御）回路が有効である。これは受信レベルの変動に対して、受信信号を増幅するアンプの利得を制御し、出力レベルを一定に保つものである。しかしながら、シャドウイングによる急激な受信レベル変動があった場合には、AGCの制御が追従できず追従するまでの短い時間に誤りが発生する場合がある。この結果、バースト誤りが発生する。ここで本発明ではバースト誤り訂正機能を付加している。バースト誤り訂正機能の代表的なものとして、バースト誤り訂正符号の適用や、インターリーブ手段などがある。

【0039】図27はトランスバーサル等化器を具備する実施例を説明する図である。図で2731、2732、2733、2734、2735、2736は複数の指向性受信アンテナから受信された受信信号である。2742、2743、2744、2745、2746は移相器、2750は合成回路、2760はトランスバーサル型等化器を示す。2742、2743、2744、2745、2746の各移相器は合成回路2750のすべての入力を同相とするように作用するが、移相器の不完全性により位相が十分に一致できない場合がある。この場合、波形歪が発生する。この波形歪を除去するためにトランスバーサル型等化器を適用する。これにより、位相調整手段は移相器による簡単な構成で、1つのトランスバーサル型等化器で波形歪を除去することが可能となる。

【0040】図28は受信アンテナの合成方法の実施例を説明する図である。図で2831、2832、2833、2834、2835、2836は複数の指向性受信アンテナから受信された受信信号である。2842、2843、2844、2845、2846は位相調整手段、2850は合成回路、2860はスイッチ、2870は出力を示す。本発明のダイバーシティ方式を実現するためには、合成回路2850の入力すべてを同相とする必要がある。まずスイッチ2860において2843、2844、2845、2846出力をすべて断とし合成回路2850には2831と2842出力のみを入力する。このとき、合成回路出力2870により2842を制御し、2831と2842出力を同相とする。次に、スイッチ2860において2843出力のみを断から入とし、2831と2842出力と2843出力を合成する。ここで再度2870により2843を制御し2

850入力をすべて同相とする。以降これを繰り返す。これにより最終的に2850入力を同相とする。ただし、選択されていない指向性アンテナについては断のままとする。

【0041】図29に受信アンテナの合成方法の別の実施例の説明図を示す。図で2931、2932、2933、2934、2935、2936は複数の指向性受信アンテナから受信された受信信号である。2942、2943、2945、2946は位相調整手段、2951、2952は合成回路、2961、2962はスイッチ、2971は2951出力、2972は2952出力、2980は位相調整手段、2981は合成回路、2982はダイバーシティ方式出力である。ここでまず2931、2932、2933を2951で2934、2935、2936を2952で合成する。ここでは並列に同時に行なうことができる。さらにこれらの合成結果である2971と2972を2981で合成する。これにより合成するまでの時間を短縮できる。

【0042】図30は位相調整手段の実施例を説明する図である。ここでは6個の受信指向性アンテナと4個の位相調整手段がある場合について説明する。すなわち、図30は $j=6$ 、 $k=4$ の場合である。3031、3032、3033、3034、3035、3036は指向性受信アンテナ、3050は6個の指向性受信アンテナ入力から4つ選択するスイッチ、3061、3062、3063、3064は位相調整回路、3070は合成回路、3071はダイバーシティ方式出力である。ここでは指向性アンテナの個数が6であるのに対して位相調整手段は指向性アンテナより少ない4しかない。指向性アンテナはできるだけよい伝搬路を選択するために多く必要であるが、そのすべてを選択できることはまれである。また、ダイバーシティの効果としては指向性アンテナの数より少ない数の位相調整手段で十分である。さらに、位相調整手段は回路規模を大きくするため、少ない数に抑えるほうが経済的に有効である。従って図30のような構成が有効となる。

【0043】図31は位相調整手段の別の実施例の説明図である。図で3171は送信信号、3170は分岐回路、3161、3162、3163、3164は位相調整手段、3150はスイッチ、3131、3132、3133、3134、3135、3136は指向性送信アンテナである。図30での説明と同様に指向性アンテナ数より少ない位相調整回路で構成される。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は反射波等を合成した信号を利用するためシャドウイングが発生した場合においても、受信レベル低下を抑えることができるため、シャドウイングによる瞬断の発生をなくすることができ、シャドウイングが発生する伝搬環境化でも映像や音声などのリアルタイム信号を伝送することが可能と

なる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作用を説明する図であり、屋内における無線伝送の状況を示す図である。

【図2】本発明の作用を説明する図であり、図1における伝搬遅延の関係を示す。

【図3】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ131の遅延分散を示す図である。

【図4】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ132の遅延分散を示す図である。

【図5】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ133の遅延分散を示す図である。

【図6】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ134の遅延分散を示す図である。

【図7】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ135の遅延分散を示す図である。

【図8】本発明の作用を説明する図であり、図1の指向性アンテナ136の遅延分散を示す図である。

【図9】本発明の作用を説明する図であり、本発明の原理を示す図である。

【図10】本発明の作用を説明する図であり、本発明がシャドウイングに対して効果があることの原理を示す図である。

【図11】本発明の実施例を説明する図である。

【図12】図11の実施例を説明する図である。

【図13】本発明の別の実施例を説明する図である。

【図14】図13の実施例を説明する図である。

【図15】本発明の別の実施例の説明図である。

【図16】図15の実施例の説明図である。

【図17】本発明の別の実施例を説明する図である。

【図18】図17の実施例を説明する図である。

【図19】本発明の別の実施例を説明する図である。

【図20】図19の実施例を説明する図である。

【図21】本発明の別の実施例を説明する図である。

【図22】図21の実施例を説明する図である。

【図23】本発明の親子通信の実施例を説明する図である。

【図24】親子通信の別の実施例を説明する図である。

【図25】親子通信の別の実施例を説明する図である。

【図26】親子通信の別の実施例を説明する図である。

【図27】本発明の実施例を説明する図である。

【図28】本発明の実施例を説明する図である。

【図29】本発明の実施例の説明図を示す。

【図30】本発明の実施例を説明する図である。

【図31】本発明の実施例の説明図である。

【図32】従来技術を説明する図である。

【図33】従来技術を説明する図である。

【符号の説明】

111、112、113、114 壁面

120 送信アンテナ

131、132、133、134、135、136 指向性受信アンテナ

141、142、143、144、145 伝搬路

201、202、203、204、205 遅延時間を示す線

301、302、303、304、305、306、401、402、403、404、405、406、501、502、503、504、505、506、601、602、603、604、605、606、701、702、703、704、705、706、801、802、803、804、805、806 遅延分散を示す線

910、920、930 遅延分散を示す図

940、950、960 遅延を与えた後の遅延分散を示す図

970 合成後の遅延分散を示す図

1010、1020、1030 遅延分散を示す図

1011、1012、1013、1014、1015、1016、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1061、1062、1063、1064、1065、1066 遅延分散を示す線

1040、1050、1060 遅延を与えた後の遅延分散を示す図

1070 シャドウイングがある場合に合成後の遅延分散を示す図

1120 送信アンテナ

1130 受信アンテナ

1131、1132、1133、1134、1135、

1136 指向性受信アンテナ

1140 通信方向を示す線

1220 送信アンテナ

1231、1232、1233、1234、1235、

1236 指向性受信アンテナ

1240 通信方向を示す線

1251 選択スイッチ

1252 選択回路

1253 位相調整手段

1254 合成回路

1255 ダイバーシティ方式の出力

1256 位相制御回路

1320 送信アンテナ

1321、1322、1323、1324、1325、

1326 指向性送信アンテナ

1330 受信アンテナ

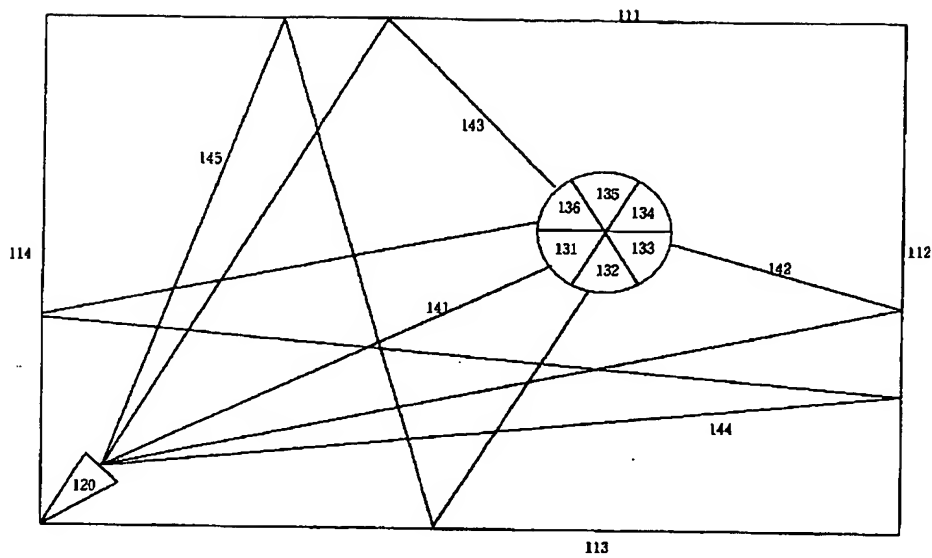
1331、1332、1333、1334、1335、

1336 指向性受信アンテナ

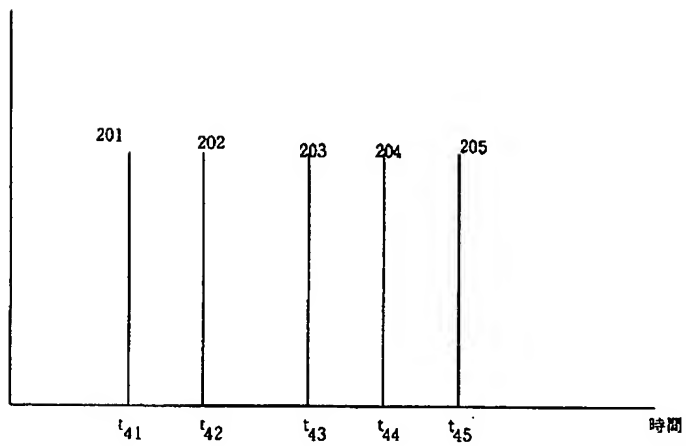
- 1 3 4 0 通信方向を示す線
- 1 4 2 1、1 4 2 2、1 4 2 3、1 4 2 4、1 4 2 5、
- 1 4 2 6 指向性送信アンテナ
- 1 4 3 1、1 4 3 2、1 4 3 3、1 4 3 4、1 4 3 5、
- 1 4 3 6 指向性受信アンテナ
- 1 4 4 0 通信方向を示す線
- 1 4 5 1 選択スイッチ
- 1 4 5 2 選択回路
- 1 4 5 3 位相調整手段
- 1 4 5 5 ダイバーシティ方式出力
- 1 4 5 6 位相制御回路
- 1 4 6 3 送信信号
- 1 4 6 2 分岐回路
- 1 4 6 1 選択スイッチ
- 1 5 3 0 送信アンテナ
- 1 5 3 1、1 5 3 2、1 5 3 3、1 5 3 4、1 5 3 5、
- 1 5 3 6 指向性送信アンテナ
- 1 5 2 0 受信アンテナ
- 1 5 4 0 通信方向を示す線
- 1 6 5 5 送信信号
- 1 6 5 4 分岐回路
- 1 6 5 3 位相調整手段
- 1 6 5 2 送信信号を選択する選択回路
- 1 6 5 1 送信信号を選択するためのスイッチ
- 1 6 5 6 位相制御回路
- 1 6 3 1、1 6 3 2、1 6 3 3、1 6 3 4、1 6 3 5、
- 1 6 3 6 指向性送信アンテナ
- 1 6 2 0 受信アンテナ
- 1 6 4 0 通信方向を示す線
- 1 7 2 0 第1局の指向性アンテナ
- 1 7 3 0 第2局のアンテナ
- 1 7 3 1、1 7 3 2、1 7 3 3、1 7 3 4、1 7 3 5、
- 1 7 3 6 指向性アンテナ
- 1 7 4 0 通信方向を示す線
- 1 8 2 0 第1局のアンテナ、
- 1 8 3 1、1 8 3 2、1 8 3 3、1 8 3 4、1 8 3 5、
- 1 8 3 6 第2局の指向性アンテナ
- 1 8 4 0 通信方向を示す線
- 1 8 5 1 選択スイッチ
- 1 8 5 2 選択回路
- 1 8 5 3 位相調整手段
- 1 8 5 4 合成回路
- 1 8 5 5 ダイバーシティ方式出力
- 1 8 5 6 位相制御回路
- 1 8 6 1 送信をするか受信するかを選択するスイッチ
- 1 8 6 2 位相調整回路
- 1 8 6 3 分岐回路
- 1 8 6 4 送信信号
- 1 9 2 0 第1局のアンテナ
- 1 9 2 1、1 9 2 2、1 9 2 3、1 9 2 4、1 9 2 5、
- 1 9 2 6 指向性アンテナ
- 1 9 3 0 第2局のアンテナ
- 1 9 3 1、1 9 3 2、1 9 3 3、1 9 3 4、1 9 3 5、
- 1 9 3 6 指向性アンテナ
- 1 9 4 0 通信方向
- 2 0 7 5 第1局からの送信信号
- 2 0 7 4 分岐回路
- 2 0 7 6 第1局の合成回路
- 2 0 7 7 第1局でのダイバーシティ方式出力
- 2 0 7 3 第1において送信するか受信するかを選択する回路
- 2 0 7 1 第1の選択スイッチ
- 2 0 7 2 第1の選択回路
- 2 0 2 1、2 0 2 2、2 0 2 3、2 0 2 4、2 0 2 5、
- 2 0 2 6 第1局の指向性アンテナ
- 2 0 4 0 通信方向を示す線
- 2 0 3 1、2 0 3 2、2 0 3 3、2 0 3 4、2 0 3 5、
- 2 0 3 6 第2局のアンテナ
- 2 0 5 1 第2局の選択スイッチ
- 2 0 5 2 選択回路
- 2 0 5 3 第2局の受信信号に対する位相調整手段
- 2 0 5 4 合成回路
- 2 0 5 5 第2局のダイバーシティ出力
- 2 0 5 6 位相制御回路
- 2 0 6 1 第2局において送信するか受信するかを選択する回路
- 2 0 6 4 第2局での送信信号
- 2 0 6 3 分岐回路
- 2 0 6 2 第2局の送信信号に対する位相調整回路
- 2 1 2 0 第1局のアンテナ
- 2 1 2 1、2 1 2 2、2 1 2 3、2 1 2 4、2 1 2 5、
- 2 1 2 6 指向性アンテナ
- 2 1 3 0 第2局のアンテナ
- 2 1 3 1、2 1 3 2、2 1 3 3、2 1 3 4、2 1 3 5、
- 2 1 3 6 指向性アンテナ
- 2 1 4 0 通信方向を示す線
- 2 2 8 4 第1局からの送信信号
- 2 2 8 3 分岐回路
- 2 2 5 4 合成回路
- 2 2 5 5 ダイバーシティ方式出力
- 2 2 8 1 第1において送信するか受信するかを選択する回路
- 2 2 7 1 第1の選択スイッチ
- 2 2 7 2 第1の選択回路
- 2 2 7 3 第1の位相調整手段
- 2 2 7 6 第1の位相調整回路
- 2 2 2 1、2 2 2 2、2 2 2 3、2 2 2 4、2 2 2 5、
- 2 2 2 6 第1局の指向性アンテナ
- 2 2 4 0 通信方向を示す線
- 2 2 3 1、2 2 3 2、2 2 3 3、2 2 3 4、2 2 3 5、

- 2 2 3 6 第2局の指向性アンテナ
 2 2 5 1 第2の選択スイッチ
 2 2 5 2 第2の選択回路
 2 2 5 3 位相調整手段
 2 2 5 6 位相調整回路
 2 2 5 4 合成回路
 2 2 5 5 第2局のダイバーシティ出力
 2 2 6 1 第2局において送信するか受信するかを選択する回路
 2 2 6 4 第2局での送信信号
 2 2 6 3 分岐回路
 2 2 6 2 第2局の送信信号に対する位相調整回路
 2 3 2 0 親局のアンテナ
 2 3 2 1、2 3 2 2、2 3 2 3、2 3 2 4、2 3 2 5、
 2 3 2 6 指向性アンテナ
 2 3 3 1、2 3 3 2、2 3 3 3 子局の指向性アンテナ
 2 3 4 1、2 3 4 2、2 3 4 3 親局と子局との通信方向を示す線
 2 4 2 0 親局のアンテナ
 2 4 2 1、2 4 2 2、2 4 2 3、2 4 2 4、2 4 2 5、
 2 4 2 6 指向性アンテナ
 2 4 3 0、2 4 4 0、2 4 5 0 子局のアンテナ
 2 4 3 1、2 4 3 2、2 4 3 3、2 4 3 4、2 4 3 5、
 2 4 3 6、2 4 4 1、2 4 4 2、2 4 4 3、2 4 4 4、
 2 4 4 5、2 4 4 6、2 4 5 1、2 4 5 2、2 4 5 3、
 2 4 5 4、2 4 5 5、2 4 5 6 指向性アンテナ
 2 4 6 1、2 4 6 2、2 4 6 3 各子局との通信方向を示す線
 2 5 2 0 親局のアンテナ
 2 5 2 1、2 5 2 2、2 5 2 3、2 5 2 4、2 5 2 5、
 2 5 2 6 指向性アンテナ
 2 5 3 0、2 5 4 0、2 5 5 0 子局のアンテナ
 2 5 3 1、2 5 3 2、2 5 3 3、2 5 3 4、2 5 3 5、
 2 5 3 6、2 5 4 1、2 5 4 2、2 5 4 3、2 5 4 4、
 2 5 4 5、2 5 4 6、2 5 5 1、2 5 5 2、2 5 5 3、
 2 5 5 4、2 5 5 5、2 5 5 6 指向性アンテナ
 2 5 6 1、2 5 6 2、2 5 6 3 通信方向を示す線
 2 6 2 0、2 6 6 0 親局のアンテナ
 2 6 2 1、2 6 2 2、2 6 2 3、2 6 2 4、2 6 2 5、
 2 6 2 6、2 6 6 1、2 6 6 2、2 6 6 3、2 6 6 4、2 6 6 5、2 6 6 6 指向性アンテナ
 2 6 3 0、2 6 4 0、2 6 5 0 子局のアンテナ
 2 6 3 1、2 6 3 2、2 6 3 3、2 6 3 4、2 6 3 5、
 2 6 3 6、2 6 4 1、2 6 4 2、2 6 4 3、2 6 4 5、
 2 6 4 6、2 6 5 1、2 6 5 2、2 6 5 3、2 6 5 4、
 2 6 5 5、2 6 5 6 指向性アンテナ
 2 6 7 1、2 6 7 2、2 6 7 3、2 6 8 1、2 6 8 2、
 2 6 8 3 通信方向を示す線
 2 7 3 1、2 7 3 2、2 7 3 3、2 7 3 4、2 7 3 5、
 2 7 3 6 受信信号
 2 7 4 2、2 7 4 3、2 7 4 4、2 7 4 5、2 7 4 6
 移相器
 2 7 5 0 合成回路
 2 7 6 0 トランスバーサル型等化器
 2 8 3 1、2 8 3 2、2 8 3 3、2 8 3 4、2 8 3 5、
 2 8 3 6 受信信号
 2 8 4 2、2 8 4 3、2 8 4 4、2 8 4 5、2 8 4 6
 位相調整手段
 2 8 5 0 合成回路
 2 8 6 0 スイッチ
 2 8 7 0 出力
 2 9 3 1、2 9 3 2、2 9 3 3、2 9 3 4、2 9 3 5、
 2 9 3 6 受信信号
 2 9 4 2、2 9 4 3、2 9 4 5、2 9 4 6 位相調整手段
 2 9 5 1、2 9 5 2 合成回路
 2 9 6 1、2 9 6 2 スイッチ
 2 9 7 1、2 9 7 2 合成回路出力
 2 9 8 0 位相調整手段
 2 9 8 1 合成回路
 2 9 8 2 ダイバーシティ方式出力
 3 0 3 1、3 0 3 2、3 0 3 3、3 0 3 4、3 0 3 5、
 3 0 3 6 指向性受信アンテナ
 3 0 5 0 選択スイッチ
 3 0 6 1、3 0 6 2、3 0 6 3、3 0 6 4 位相調整回路、
 3 0 7 0 合成回路
 3 0 7 1 ダイバーシティ方式出力
 3 1 7 1 送信信号
 3 1 7 0 分岐回路
 3 1 6 1、3 1 6 2、3 1 6 3、3 1 6 4 位相調整手段
 3 1 5 0 スイッチ
 3 1 3 1、3 1 3 2、3 1 3 3、3 1 3 4、3 1 3 5、
 3 1 3 6 指向性送信アンテナ
 3 2 2 0 第1局のアンテナ
 3 2 2 1、3 2 2 2、3 2 2 3、3 2 2 4、3 2 2 5、
 3 2 2 6 指向性アンテナ
 3 2 3 0 第2局のアンテナ
 3 2 3 1、3 2 3 2、3 2 3 3、3 2 3 4、3 2 3 5、
 3 2 3 6 指向性アンテナ
 3 2 4 0 通信方向を示す線
 3 3 2 1、3 3 2 2、3 3 2 3、3 3 2 4、3 3 2 5、
 3 3 2 6 第1局の指向性アンテナ
 3 3 3 1、3 3 3 2、3 3 3 3、3 3 3 4、3 3 3 5、
 3 3 3 6 第2局の指向性アンテナ
 3 3 5 2 第1局で送受信される信号
 3 3 6 2 第2局で送受信される信号
 3 3 5 1 第1局の指向性アンテナを選択するスイッチ
 3 3 6 1 第2局の指向性アンテナを選択するスイッチ

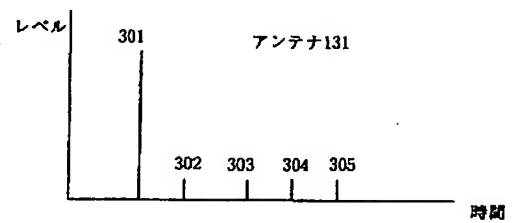
【図 1】



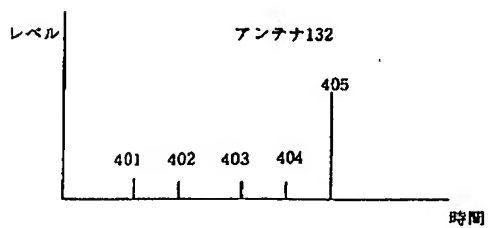
【図 2】



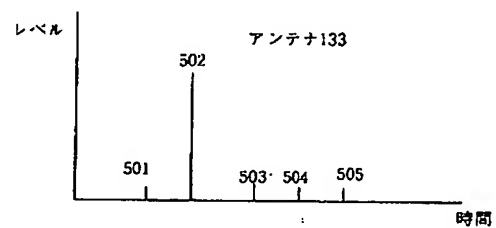
【図 3】



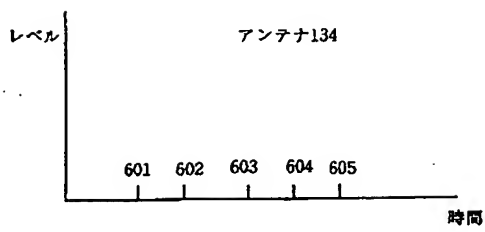
【図 4】



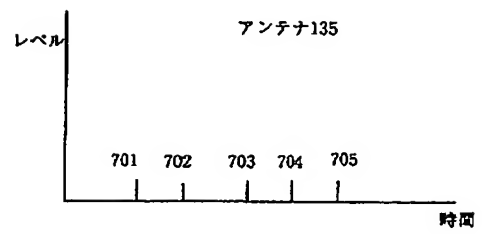
【図 5】



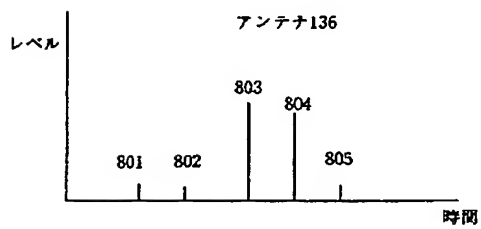
【図6】



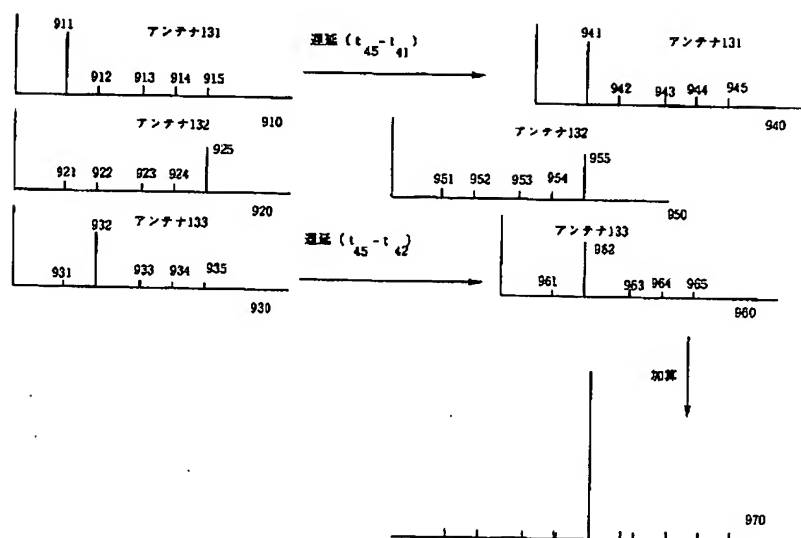
【図7】



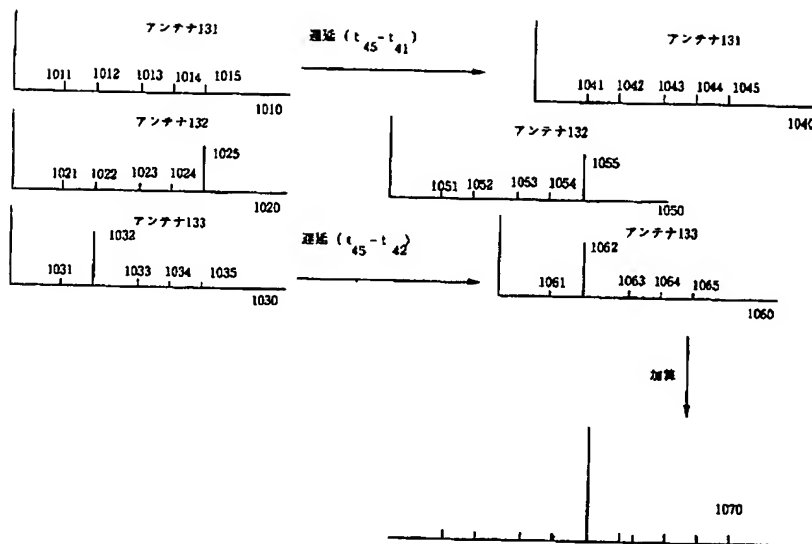
【図8】



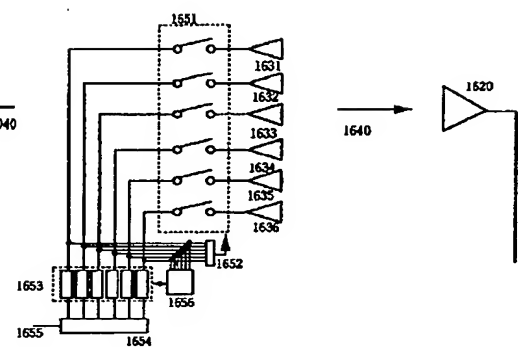
【図9】



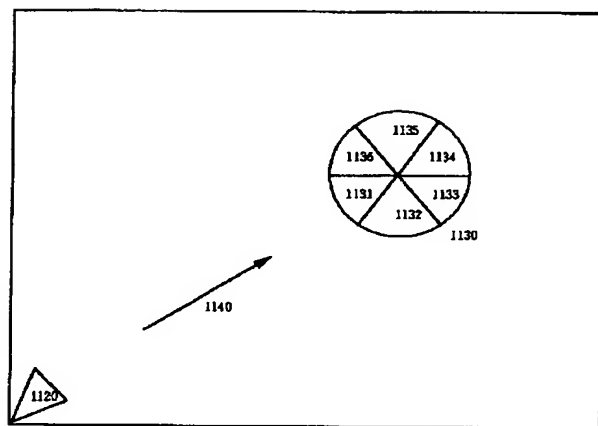
【図10】



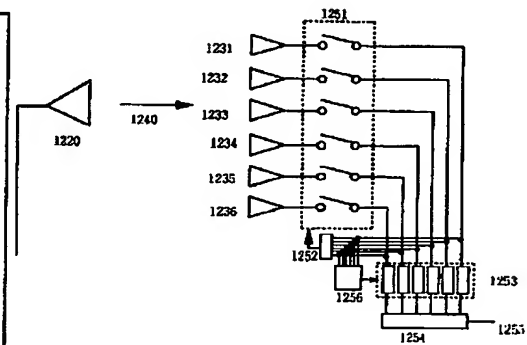
【図16】



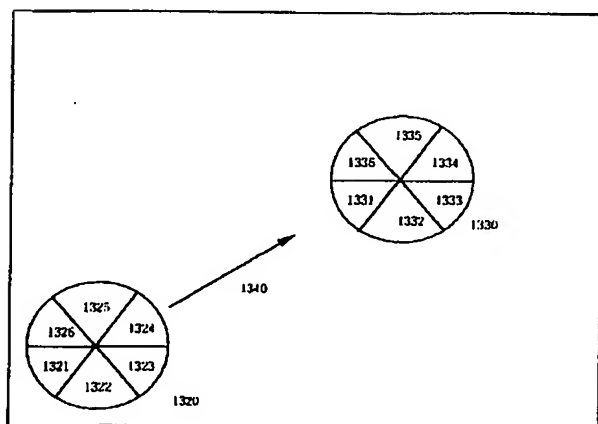
【図11】



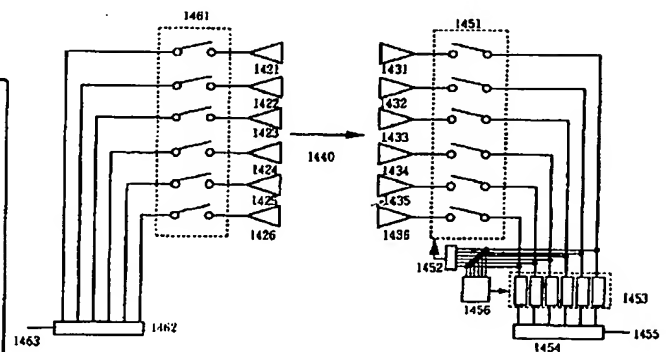
【図12】



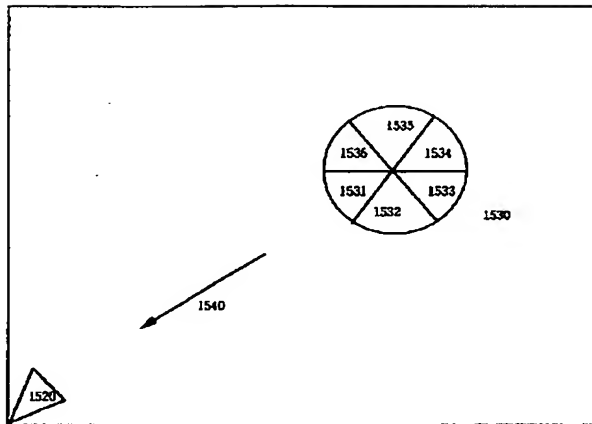
【図13】



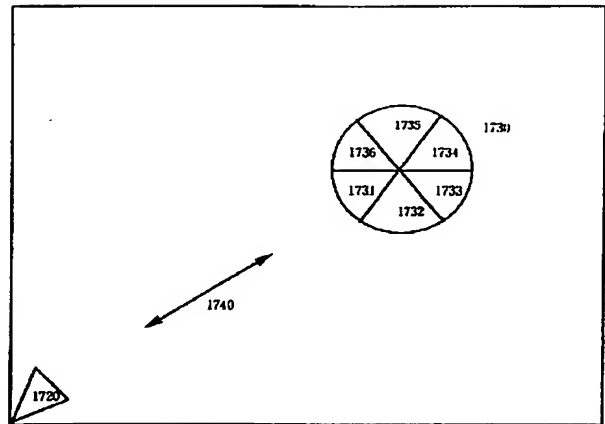
【図14】



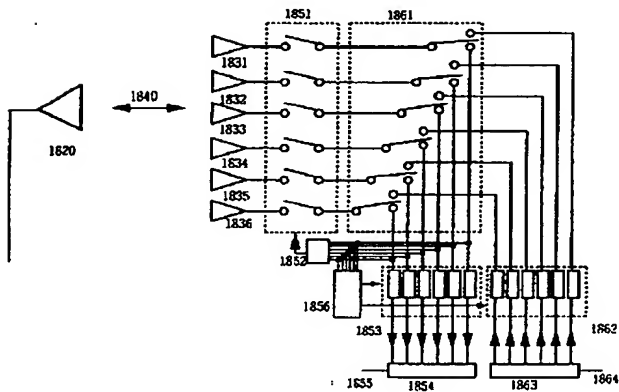
【図15】



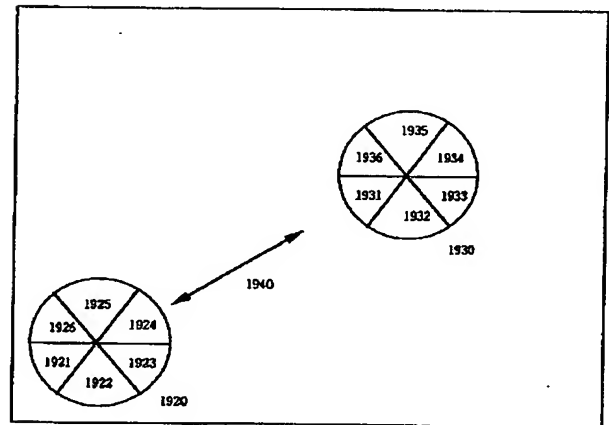
【図17】



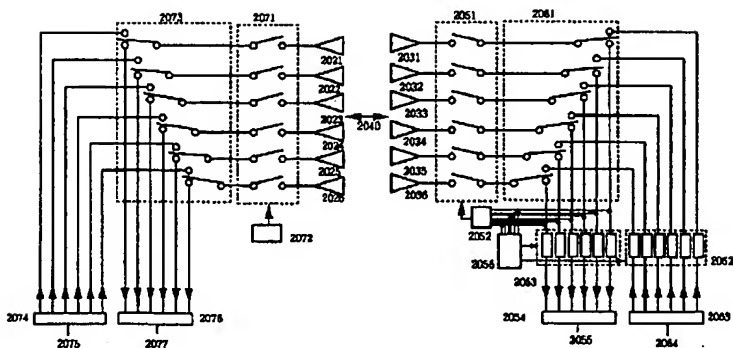
【図18】



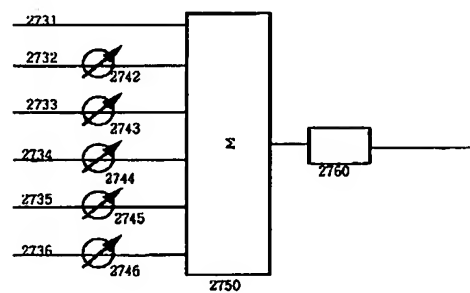
【図19】



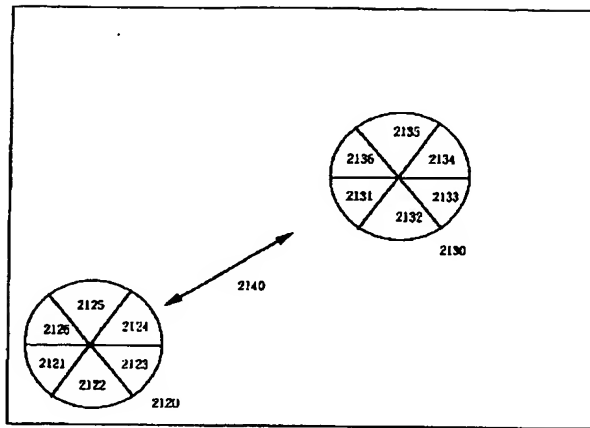
【図20】



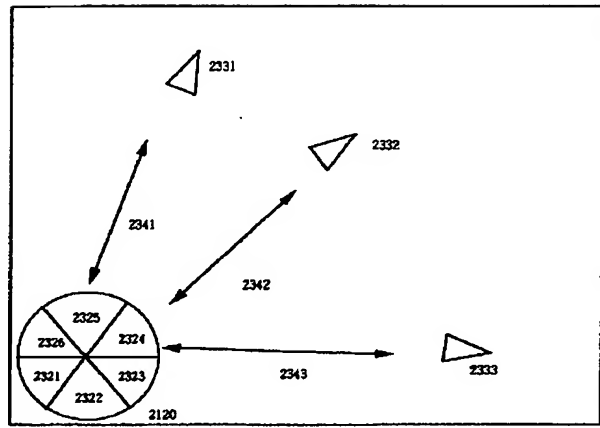
【図27】



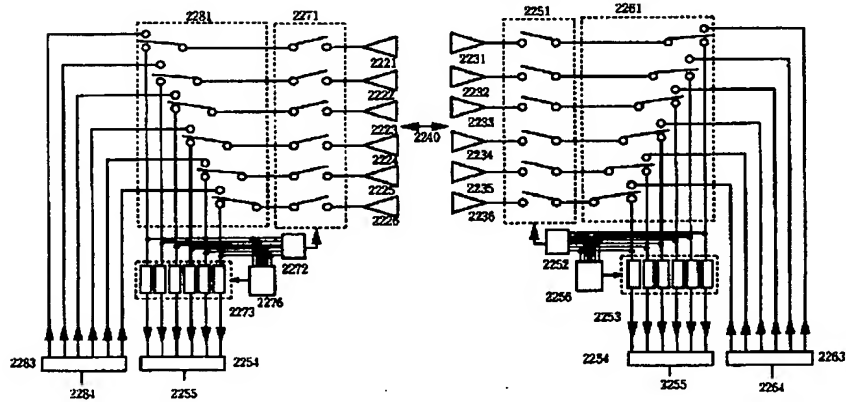
【図 2 1】



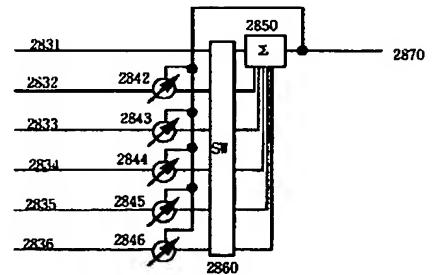
【図 2 3】



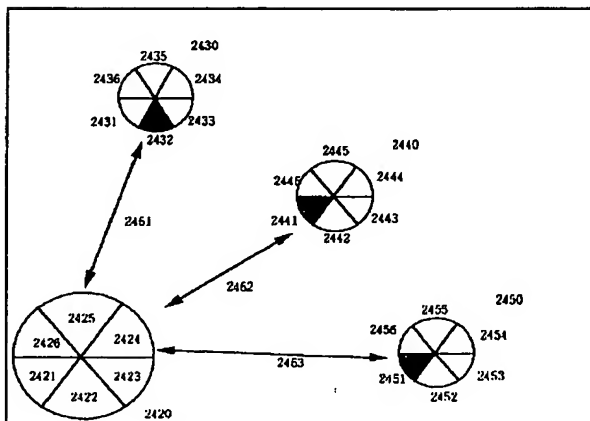
【図 2 2】



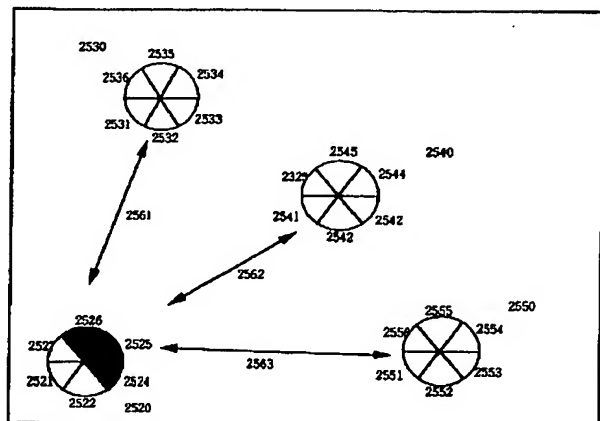
【図 2 8】



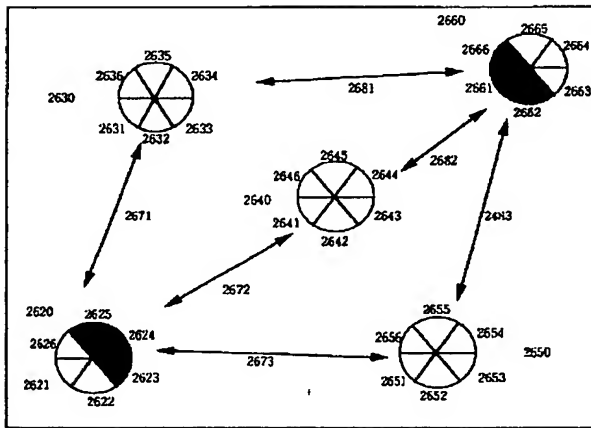
【図 2 4】



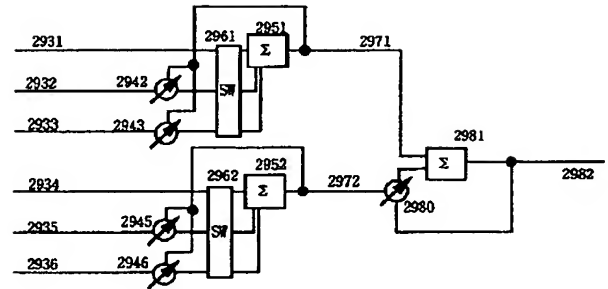
【図 2 5】



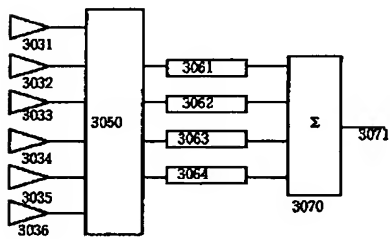
【図 26】



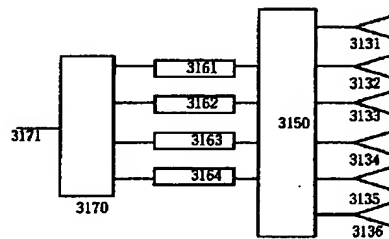
【図 29】



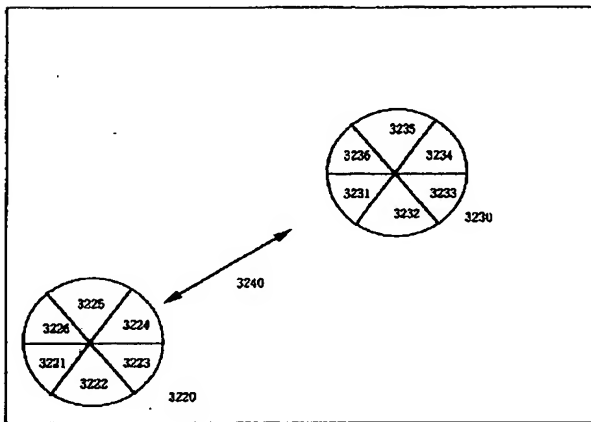
【図 30】



【図 31】



【図 32】



【図 33】

